BIOMASSAVERBRANDING

PROMOTIEBOEKJE



JAN KOOPMANS

Omslag: Biomassacentrale
Bron: KARA Energy Systems

SAMPLE

Colofon

Copyright © 2026: www.steamsave.nl
Vormgeving: Jan Koopmans
Illustraties: www.steamsave.nl
Druk en bindwerk: www.arsprintmedia.nl

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.
Redactie en uitgever zijn zich volledig bewust van hun taak om zo volledig en betrouwbaar als mogelijk is om de uitgave in dit boek juist weer te geven. Niettemin kan er geen aansprakelijkheid aanvaard worden voor eventuele in deze uitgave voorkomende onjuistheden. Het wordt op prijs gesteld om aanvullingen, onjuistheden en verbeteringen aan ons te melden.

Voorwoord

Toepassing van hernieuwbare duurzame energiebronnen staat momenteel in het middelpunt van de belangstelling. In de transitie van fossiele brandstoffen neemt biomassaverbranding een prominente rol in. Het verbranden van organisch materiaal, van houtsnippers tot agrarische reststromen, voor warmte- en elektriciteitsopwekking staat hierbij centraal.
Uit het oogpunt van duurzaamheid wordt de CO_2 die vrijkomt tijdens het verbrandingsproces weer opgenomen door nieuwe aanplant om hierbij een gesloten kringloop te vormen. We noemen dit ook wel de korte CO_2 kringloop, waarbij er een evenwicht ontstaat van een neutrale emissie aan CO_2 qua uitstoot bij biomassaverbranding en opname door bomen en planten.
We kennen echter ook een lange CO_2 kringloop, waarbij de in het verre verleden CO_2 werd opgeslagen ("gesekwestreerd") in de aardbodem als fossiele brandstoffen (aardolie, aardgas, steenkool) of in kalkgesteente op de zeebodem. Dit proces duurt duizenden tot miljoenen jaren. Indien we deze fossiele brandstof verbranden zal deze terecht komen in de korte kringloop atmosfeer.
Deze vrijgekomen CO_2 verstoort hierbij het proces van snelle opname door planten en bomen. Hierdoor ontstaat er een overschot waarbij de CO_2 concentratie in de atmosfeer stijgt met als gevolg dat er meer warmte wordt vastgehouden in de atmosfeer en de temperatuur op aarde stijgt.
Dit handboek behandeld de verschillende vormen van biomassa, de werking van moderne verbrandingstechnologieën en de strenge criteria die nodig zijn om de duurzaamheid ervan te waarborgen. Met hierbij de nadruk op rooster en wervelbed houtverbrandingsinstallaties. Van opslag, voorbehandeling, regelingen en beveiligingen tot aan rookgasreiniging en bedrijfsvoering van deze installaties.
Biomassa installaties, zoals omschreven in dit boek, worden vaak toegepast voor de opwekking van warmte in de vorm van stoom, al dan niet uitgebreid met de opwekking van elektriciteit met een stoomturbine. Voor deze specifieke toepassing wordt verwezen naar het handboeken ‘Stoomopwekking 2.0’. Ook voor het aanwenden van stoom voor diverse processen wordt verwezen naar het handboek ‘Stoomtoepassing 2.0’ van dezelfde auteur.
Dit boek is al met al een ‘must have’ persoonlijk handboek voor diegene die interesse heeft in hout gestookte biomassacentrales. Voor zowel de startende operator, de ervaren specialist als de engineer/facility manager is er voldoende diepgang te vinden in dit boek. Ook voor beleidsmakers en opleidingsinstituten kan dit boek een welkome aanvulling zijn.
Ik wens u veel uitbreiding van kennis op het terrein van biomassaverbranding installaties.

Maasbracht, juli 2026
Jan Koopmans

SAMPLE

Inhoud

1 Definitie biomassa 6

1.2 CO_2-kringloop 6

2 Verbrandingsproces vaste biobrandstoffen 7

2.1 Omschrijving verbrandingsproces 7

3 Andere biomassa conversiestappen. 8

3.1 Vergassing 8

3.2 Vergisting 8

3.3 Pyrolyse 8

3.4 Tor refractie 8

4 Fysische eigenschappen biomassa 10

4.1 Samenstelling hout voor biomassaverbranding 10

4.2 Smeltpunt en asverwerkingspunt 11

5 Voorbehandeling vaste biobrandstoffen. 12

5.1 Drogen 12

5.2 Verkleinen 12

5.3 Opslag en transport 12

5.4 Beveiligingen van opslag, transport en stookinrichtingen. 13

5.4.1 Beveiliging tijdens opslag 13

5.4.2 Beveiliging tijdens transport. 13

5.4.3 Beveiliging stookinrichting 14

6 Verbranding en verbrandingstechnieken 15

6.1 Roosterverbranding 15

6.1.1 Houtgestookt trappenrooster verbranding 15

6.1.2 Wervelbedverbranding 17

6.1.3 Werp- Ram- en Schroefstoker 19

6.2 Ventilatorbrander 20

7 Principe verbrandingsregeling biomassa 22

7.1 Brandstoftoevoerregeling 22

7.2 Luchttoevoerregeling 22

8 Vuurhaard/ketelconstructie en waterbehandeling 23

SAMPLE

9 Rookgassen en verbrandingsproducten 24
9.1 Emissie eisen van vaste biomassa brandstoffen 24
9.2 Rookgasreiniging 25
9.2.1 Verwijderen zwaveldioxide. 25
9.2.1 Stof verwijdering 25
9.3 Slak- en asafvoer 26
9.3.1 Mechanische afvoersystemen 27
9.3.2 Opslag en hergebruik 27
9.4 Vaste brandstof gerelateerde afzetting en corrosie 27
9.4.1 Ontstaan van afzettingen 28
9.4.2 Hoge temperatuur corrosie (HTC) 28
9.4.3 Lage temperatuur corrosie (LTC) 28
9.4.4 Erosie 28
9.5 Bestrijding van vaste brandstof gerelateerde afzetting en corrosie 29
9.5.1 Brandstofconditionering en additieven 29
9.5.2 Proces- en temperatuurbeheersing 29
9.5.3 Mechanische en Chemische Reiniging 29
9.5.4 Geavanceerde Materialen en Coatings 30
10 Bedrijfsvoering 31
10.1 Basisprincipes van het Opstoken 31
10.2 Basisprincipes van het Afstoken 31
10.3 Onderhoud en bedrijfsvoering 32
10.3.1 Bodemas (Bodem- en roosteras) 32
10.3.2 Vliegas (Multicycloon / Elektrostatisch Filter – ESP) 33
10..3.3 As uit het doekenfilter (Rookgasreinigingsresidu) 33
10.4 Periodiek onderhoud (regulier dagelijks en jaarlijks) 33
10.4.1 Dagelijks onderhoud (Gebruikerstaken) 34
10.4.2 Jaarlijks onderhoud (Groot onderhoud & Inspectie) 34

SAMPLE

1 Definitie biomassa

In het Bal (Besluit activiteiten leefomgeving) dat sinds 1 jan. 2024 van kracht is en het Activiteitenbesluit milieubeheer vervangt, wordt onder biomassa het plantaardige landbouw- of bosbouwmateriaal conform de Richtlijn industriële emissies (Rie) verstaan. Dit is het 'schone' biomassa. Biomassa als afvalstof dat bijvoorbeeld in vuilverbrandingsinstallaties wordt verbrand valt hier niet onder.
In beide gevallen wordt het biomassa verbrand om de energie-inhoud terug te winnen. Hierbij kan er energie als warmte geleverd worden in de vorm van warm-/heetwater of stoom maar ook kan er tevens elektriciteit mee worden opgewekt.

1.2 CO_2-kringloop

Wij kennen een korte en een lange koolstofkringloop.
De korte koolstofkringloop is dat planten en bomen CO_2 opnemen uit de atmosfeer via fotosynthese. Dit proces voltrekt zich in een tijdspanne van enkele dagen tot ongeveer 100 jaar. Wanneer deze planten en bomen worden verbrand komt diezelfde hoeveelheid CO_2 weer vrij in de lucht. Deze cyclus is in principe neutraal. Omdat de koolstof die vrijkomt kort daarvoor uit de lucht is gehaald, stijgt de totale concentratie broeikasgassen in de atmosfeer op de lange termijn niet.



Tijdens de lange koolstofkringloop wordt voor lange tijd CO_2 opgeslagen ("gesekwestreerd") in de aardbodem als fossiele brandstoffen (aardolie, aardgas, steenkool) of in kalkgesteente op de zeebodem. Dit proces duurt duizenden tot miljoenen jaren. Indien we deze fossiele brandstof verbranden zal deze terecht komen in de korte kringloop atmosfeer. Deze vrijgekomen CO_2 verstoort het proces van snelle opname door planten en bomen. Hierdoor ontstaat er een overschot waarbij de CO_2 concentratie in de atmosfeer stijgt met als gevolg dat er meer warmte wordt vastgehouden in de atmosfeer en de temperatuur op aarde stijgt.

SAMPLE

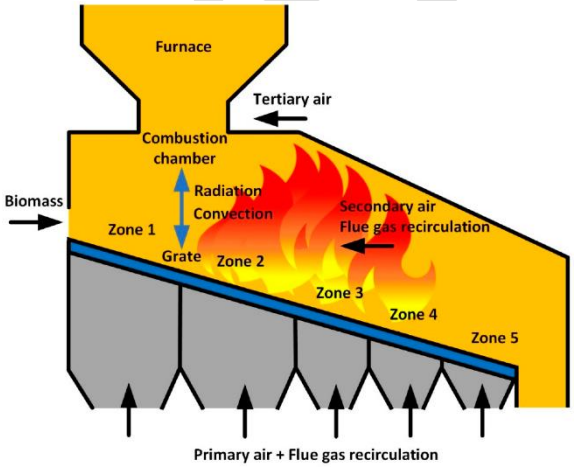
2 Verbrandingsproces vaste biobrandstoffen

Het verbranden van vaste biobrandstoffen vindt plaats in verbrandingsovens. De warmte die tijdens dit proces ontstaat wordt door de gevormde rookgassen overgedragen aan een ketelinstallatie waarin water in temperatuur wordt verhoogd om er warm/heetwater of stoom mee op te wekken. Aanvullend kan er met deze stoom ook elektriciteit worden opgewekt middels een stoomturbine.

2.1 Omschrijving verbrandingsproces

Het verbrandingsproces bestaat uit de volgende achtereenvolgende stadia:

- Drogen bij een temperatuur van circa 80°C om het (rest)vocht (H_2O) uit het hout te verwijderen;
- Ontgassen van vluchtige componenten zoals koolwaterstoffen (C_xH_y) bij een temperatuur van minimaal circa 200°C; Tijdens dit pyrolyse proces komen brandbare gassen zoals methaan en waterstof en houtskool vrij.
- Ontsteken. Hiervoor moet afhankelijk van het soort hout een ontbrandingstemperatuur van circa 300-500°C bereikt worden. Dit kan door een additionele aansteekbrander geïnitieerd worden of door het verbranden van de gassen ontstaan tijdens het ontgassingsproces.
- Volledige verbranding vindt plaats bij een temperatuur van ± 950°C. Dit is een proces met grote luchtovermaat en dat geleidelijk plaats vindt om er zorg voor te dragen dat een volledige verbranding wordt bereikt. Waarbij er zo min mogelijk as wordt gevormd. De verbrandingslucht kunnen we onderverdelen in primaire lucht en secundaire lucht. Primaire lucht wordt onder het brandstof bed toegevoerd voor de eerste vergassing en verbranding. Secundaire lucht wordt boven het bed ingeblazen om de resterende gassen volledig te laten verbranden, wat de uitstoot van schadelijke stoffen minimaliseert. De rookgassen bevatten als hoofdcomponenten CO_2, O_2, en H_2O. In sommige gevallen, afhankelijk van de brandstofsoort kan er ook SO_2 ontstaan.



- Uitbranden. Dit is het langzaam uitbranden(gloeien) van de houtskool nadat de vlammen zijn verdreven. De temperatuur die hierbij optreedt is ca. 500-750°C afhankelijk van de luchttoevoer.

3 Andere biomassa conversiestappen.

Naast het verbranden van vaste biobrandstoffen waarvoor hoofdzakelijk hout of houtachtige producten worden toegepast zijn er ook andere producten en verbrandings- en conversietechnieken.

3.1 Vergassing

Vergassing van biomassa is een thermochemisch proces waarbij droge organische materialen (zoals hout, snoeiafval) bij hoge temperaturen (>850 °C) met beperkte zuurstof worden omgezet in synthesegas (syngas), bestaande uit koolmonoxide en waterstof. Dit hoogwaardige gas kan worden ingezet voor de opwekking van elektriciteit, warmte, of worden opgewerkt tot groen gas als brandstof. Belangrijkste aspecten van biomassavergassing is dat de biomassa niet volledig verbrand, maar door partiële oxidatie wordt omgezet in een brandbaar gasmengsel (syngas).

3.2 Vergisting

Vergisting van biomassa is een anaeroob (zuurstofloos) proces waarbij bacteriën en schimmels organisch materiaal, zoals mest, GFT-afval of bermgras, omgezet worden in biogas. Dit proces vindt plaats in vergistingsinstallaties. Bij het proces breken micro-organismen natte biomassa af in een zuurstofvrije omgeving, wat leidt tot de productie van biogas en digestaat. Het geproduceerde biogas kan worden opgewerkt tot groen gas of worden ingezet voor de productie van groene stroom. Het vergisten van mest vermindert de methaanemissies uit mestopslag en produceert hernieuwbare energie uit afval.
Het digistaat is een vloeibaar restproduct rijk aan nutriënten dat na de vergisting resteert en dat ingezet kan worden voor landbouwdoeleinden.

3.3 Pyrolyse

Pyrolyse is een thermisch proces waarbij biomassa (zoals snoeihout) zonder zuurstof wordt verhit (500 tot 800 °C), wat leidt tot de productie van pyrolyse-olie, gas en koolstof. Deze duurzame biobrandstof dient als hernieuwbaar alternatief voor fossiele brandstoffen in industriële ketels en warmtenetten. Snelle pyrolyse (flash pyrolysis) verhit houtachtige biomassa snel, waardoor het "verdampt" tot vloeibare olie, gas en kool. Pyrolyse-olie (ook bekend als Fast Pyrolysis Bio-Oil of FPBO) is een zuur, vloeibaar product dat lijkt op stookolie.

3.4 Tor refractie

Tor refactie (ook wel roosteren genoemd) is een thermochemisch proces waarbij biomassa wordt verhit tot een temperatuur van 200 tot 300 °C in een zuurstofarme omgeving. Het doel is om organisch materiaal om te zetten in een hoogwaardige brandstof die qua eigenschappen sterk lijkt op steenkool. Het is een milde vorm van pyrolyse waarbij vocht en vluchtige stoffen uit de biomassa worden gedreven.

SAMPLE

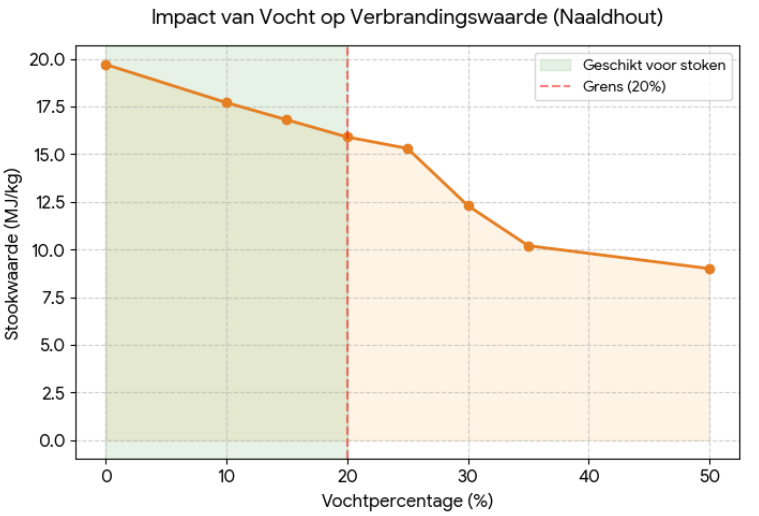
4 Fysische eigenschappen biomassa

Naast de verbrandingswaarden van de diverse soorten biomassamassa is tevens het gehalte aan vocht ook het as gehalte en de temperatuur van de afgevoerde rookgassen bepalend voor een correcte verbranding. Hierbij is tevens het smeltpunt van de verbrandingsas een factor van belang. Tot slot moeten de emissies in de rookgassen zoals NOx (stikstofoxiden), stof (vliegas), SO2 (zwaveldioxide), CO (koolstofmonoxide) en CxHy (onverbrande koolwaterstoffen) voldoen aan de eisen van de vergunningverlener.

4.1 Samenstelling hout voor biomassaverbranding

De volgende houtsoorten komen hiervoor in aanmerking:

- Snoei- en tuinafval;
- Houtafval (A-hout zonder verontreinigingen);
- Chips (stamhout van versnipperraar);
- Zaagsel;
- Pellets (cilindervormige samengeperste houtvezel en zaagsel), afm. 4-10 mm;
- Shred (houtvezels afkomstig van rooiprojecten gemaakt in hamermolens) afm. 20-300 mm.



De verbrandingswaarde, ook wel calorische waarde genoemd, varieert afhankelijk van de houtsoort en het vochtgehalte. Voor naaldhout (dennen en vuren) bedraagt dit circa 9-19 J/kg bij een vochtgehalte van 0-50%. Zie grafiek.

4.2 Smeltpunt en asverwerkingspunt

Het smeltpunt van de as die overblijft na verbranding van biomassa varieert sterk per brandstoftype en chemische samenstelling van de as. Dit "asverwerkingspunt" is cruciaal voor de bedrijfsvoering van biomassaketels om slakvorming (het vastkoeken van gesmolten as) te voorkomen.
We onderscheiden aan de hand van een proefexemplaar de volgende vier fasen van assmelting:

5 Voorbehandeling vaste biobrandstoffen.

Hierbij onderscheidden wij het ontvochten (drogen), verkleinen, grootte scheiding en ontijzeren van houtachtige biomassa producten.

5.1 Drogen

Voordat het hout aan de verbrandingsinstallatie kan worden toegevoerd moet dit vooraf gedroogd worden. Immers hoe meer vocht het hout bevat hoe groter de afname van de verbrandingswaarde is en hierbij het energetisch rendement van de installatie behoorlijk (de helft) afneemt. Ook de emissies worden verhoogd evenals de kans op schimmel en broei van het hout.
Het hout wordt in afgesloten ruimten zgn. droogkamers gedroogd door er warme lucht over te circuleren. De ontstane waterdamp (relatieve vochtigheid) wordt bij de gewenst temperatuur door kleppen secties afgevoerd naar de omgeving. De warmte om de circulatielucht in temperatuur te verhogen wordt veelal door de (rest)warmte van de biomassa installatie geleverd.

5.2 Verkleinen

Hout voor biomassaverbranding kent de volgende samenstellingen:

- Snoei- en tuinafval;
- Houtafval (A-hout zonder verontreinigingen);
- Chips (stamhout van versnipperraar);
- Zaagsel;
- Houtmot, afm. < 5 x 5 x 5 mm;
- Pellets (cilindervormige samengeperste houtvezel en zaagsel), afm. 4-10 mm;
- Shred (houtvezels afkomstig van rooiprojecten gemaakt in hamermolens) afm. 20-300 mm.



Houtvezels ook wel shred genoemd

Het hout wordt in voorkomende gevallen vooraf vermalen in versnipperaars en hamermolens tot houtmot, pellets en shred.
Ook worden mogelijke aanwezige ijzerdeeltjes verwijdert. Door sterke magneten worden deze door bandmagneten of magneetrollen verwijdert. Hierbij wordt ernstige slijtage aan hamermolens, shredders en rotoren voorkomen. Ook wordt vonkvorming in de installatie met het risico op brand en stofexplosies voorkomen.

SAMPLE

6 Verbranding en verbrandingstechnieken

In dit hoofdstuk behandelen we uitvoerig de stooktechniek met het trappenrooster. Vervolgens zullen ook andere verbrandingstechnieken behandeld worden zoals inblaasverbranding, schroefstuwstokers en wervelbedverbranding, werp-, ram-, schroefstoker en stofverbranding.
Tot slot zal de verbrandingsregeling behandeld worden.

6.1 Roosterverbranding

De volgende verbrandingstechnieken worden toegepast:
- Kettingrooster
- Vast hellend rooster
- Trappen rooster

We zullen in dit hoofdstuk de biomassaverbranding op basis van houtachtige soorten omschrijven. Hier zijn reeds diverse centrales van operationeel.

6.1.1 Houtgestookt trappenrooster verbranding

In dit voorbeeld wordt een verbrandingsproces op basis van een hydraulisch beweegbaar trappenrooster omschreven. Deze worden in de vermogensrange van 1 tot 15 MW_{th} toegepast. Zie afbeelding. De nageschakelde stoomopwekker kan in cilindrische dan wel in waterpijp uitvoering uitgevoerd worden, dit afhankelijk van de stoomdruk en capaciteit.



Houtgestookte trappenverbrandingsrooster *Bron: Viessmann*

In het roosterbed wordt de brandstof door de beweging van het rooster door de verbrandingskamer getransporteerd, waarbij geleidelijk de verbranding plaats vindt. Het rooster is verdeeld in drie secties: een droogzone, verbrandingszone en uitbrandzone. In de droogzone wordt het hout gedroogd door de stralingswarmte van de vuurvaste bemetseling. In de verbrandingszone verbrandt het hout en in de uitbrandzone wordt de as helemaal uitgebrand. De vuurhaard is zodanig ontworpen dat de verbrandingsgassen een lange verblijftijd hebben, na het laatste punt waar secundaire verbrandingslucht wordt toegevoegd, zodat een zeer goede uitbrandt van CO en CxHy wordt verkregen.

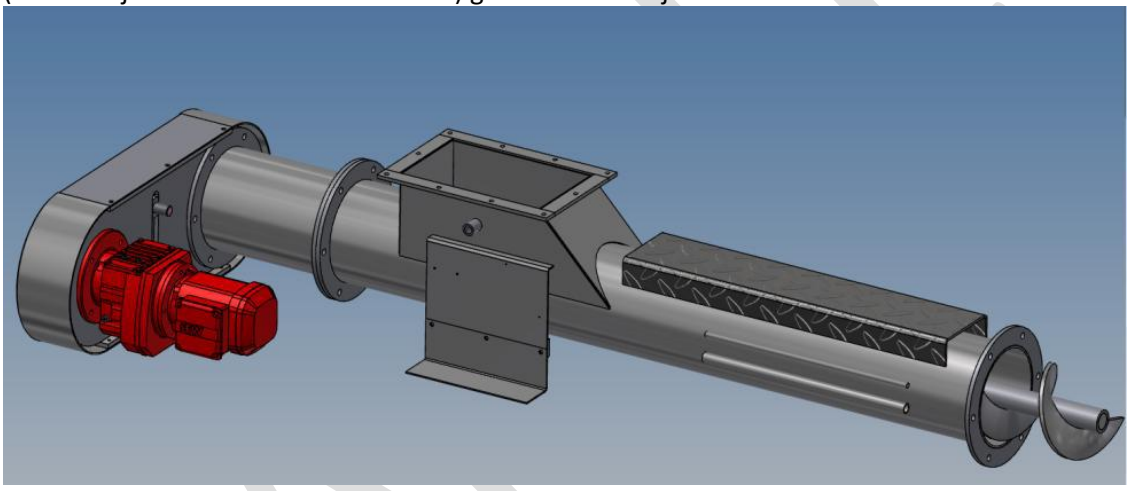
7 Principe verbrandingsregeling biomassa

Stookinstallaties voor het verbranden van biomassa berusten op de brandstoftoevoerregeling en de luchttoevoerregeling van de verbrandingslucht.

7.1 Brandstoftoevoerregeling

De brandstoftoevoer wordt op basis van de warmtevraag versnelt of vertraagt waarbij een vijzel (schroeftransporteur zie afbeelding) of een bewegend rooster de aanvoer van de biomassa regelt.

De opgave voor deze regeling(en) berusten op het feit dat de gewenste stoomdruk of de aanvoer watertemperatuur bij warm- en heetwaterketels binnen bepaalde grenzen (afhankelijk van de brandstof aanvoer) gehandhaafd blijven.



Schroeftransporteur *Bron: KARA*

7.2 Luchttoevoerregeling

Om de verbranding stabiel en schoon te houden, wordt de luchttoevoer strikt opgesplitst in twee of drie zones:

- **Primaire lucht:** Wordt van onderaf door het brandstofbed (het rooster) geblazen. Dit regelt de snelheid van de vergassing en de verbranding van de vaste koolstof.
- **Secundaire lucht:** Wordt boven het brandstofbed toegevoegd. Dit zorgt voor een werveling en een volledige verbranding van de opstijgende, brandbare gassen.
- **Tertiaire lucht:** Soms toegevoegd in grotere installaties voor een nabehandeling van de rookgassen en extra reductie van de uitstoot (NO_x en onverbrande deeltjes).

Hierbij worden de toevoerventilator(en) frequentie geregeld op basis van een lambdasonde (luchtovermaat) en de temperatuur in de verbrandingskamer.

8 Vuurhaard/ketelconstructie en waterbehandeling

Hierbij dienen we een onderscheid te maken in biomassa installaties tot circa 10MW_{th} en groter van meer dan 10MW_{th}.
De kleinere installaties maken veelal gebruik van een (vuurvast)gemetselde of uit beton gevoerde verbrandingskamer al dan niet uitgevoerd met koelschermen.
Bij de grotere installaties is de verbrandingskamer meestal uitgevoerd als een watergekoeld pijpen schermen plaatselijk voorzien van een bemetseling.
In beide verbrandingskamers (klein of groot) worden de rookgassen vervolgens door een cilindrische vlampijpketel geleid om door een oververhitter (optioneel), economiser en/of luvo installatie, stofvanger, ontzwaveling (optioneel), Denox installatie (optioneel) door de zuigtrek ventilator via de schoorsteen afgevoerd te worden. Beide biomassa installaties, zowel klein als groot, worden de rookgassen omgeleid in de verbrandingskamer om hierbij optimaal hun warmte af te staan.
Bij de grotere installaties en hogere stoomdrukken en indien elektriciteitsopwekking middels een stoomturbine van toepassing is wordt deze stoom oververhit in een ovo (oververhitter) en wordt de vuurhaard tevens uitgelegd als een waterpijp ketelinstallatie.
Voor de verdere uitvoering en details van de vlampijp/waterpijpsectie, oververhitter, economiser en luvo systeem zie het handboek ‘Stoomopwekking 2.0’. Achtereenvolgens de paragrafen 3.1.1-cilindrische ketels, 3.1.3- waterpijp ketels, 3.4.5.3-oververhitter, 5.1.1.1.-economiser, 5.1.1.3-luvo, 5.2-toebehoren, 6.2-stoomturbines, 6.4-ventilatoren, 6.5-pompen, 7.0-regelingen, 8.0-beveiligingen, 9.0-waterbehandeling.

SAMPLE

9 Rookgassen en verbrandingsproducten

Het doel van dit vakgebied is om emissie-eisen voor biomassaverbranding vast te leggen, de rookgasreiniging en de slak- en as afvoer te omschrijven en tenslotte de optredende afzetting en de voorkoming hiervan van afzetting en corrosie.

9.1 Emissie eisen van vaste biomassa brandstoffen

Deze emissie eisen waaraan biomassa installaties aan moeten voldoen zijn vastgelegd in het Bal (Besluit activiteiten leefomgeving) die met ingang van 1 januari 2024 van kracht zijn.
In het BalEes(elsx.838 kB0) zijn voor een met vaste Rie-biomassa gestookte stoomketel met een nominaal ingangsvermogen 0,5-50 MWth afhankelijk van de in bedrijfs stelling datum de volgende eisen van toepassing:

In gebruik name	**1-1-2013 tot 31-12-2023**		**Vanaf 1-1-2024**	
Thermisch ingangsvermogen, MWth	**0-5**	**> 5-50**	**0-5**	**> 5-50**
NO_x	275	145	145	100
SO_2	200	200	100	60
Stof	20	5	5	5
NH_3	10	10	10	10

Met de volgende restricties:

- Vermelde emissies worden gemeten bij 6% O_2 per N/m^3 droge rookgassen
- 500 uurs regeling niet van toepassing
- Bij toepassing van een SCR-reductietechniek wordt de eis verlaagt naar 5 mg NH_3 per N/m^3 droge rookgassen
- Bij installaties inbedrijf genomen vóór 1-1-2024 moet er om de 3 jaar de emissies gemeten worden, in alle andere gevallen jaarlijks.

Vooral verlaging van de stikstofoxiden is een punt van aandacht. Hier moet met het ontwerp van de stookinrichting rekening worden gehouden. Door het toepassen van secundaire verbrandingslucht in bepaalde zones, bijvoorbeeld boven het brander bed bij roosterverbranding. Ook met rookgasrecirculatie kan de NO_x verder verlaagd worden. Men noemt dit ook wel een primaire NO_x reductie. Doelstelling hierbij is dat door volumevermeerdering de vlam hierbij gekoeld wordt.
De laatste mogelijkheid om de uitstoot van NO_x te verminderen is de katalytische reductietechniek ook bekend als secundaire reductietechniek. Hierbij wordt de gevormde NO_x, voordat deze door de schoorsteen wordt afgevoerd, chemisch gebonden met ammoniak of ureum. Hierbij onderscheiden we twee technieken namelijk de Selectieve Niet Katalytische Reductie (SNCR) en de Selectieve Katalytische Reductie (SCR). Bij beide technieken wordt de NO_x chemisch gebonden tot stikstof en water. Volgens de volgende vergelijking:

Met ammoniak: $NO + NH_3 \rightarrow N_2 + H_2O$
Met ureum: $NO + (NH_2)\ 2\ CO \rightarrow N_2 + H_2O$

10 Bedrijfsvoering

Het correct opstoken en afstoken van een biomassaketel is essentieel voor een hoog rendement, een lange levensduur van de installatie en minimale emissies (zoals rook en fijnstof).
Hierbij, involgorde van uitvoering, volgen de algemene basisprincipes.

10.1 Basisprincipes van het Opstoken

Het doel van het opstoken is om de verbrandingskamer zo snel en gecontroleerd mogelijk op de optimale bedrijfstemperatuur (vaak tussen 800°C en 1000°C) te krijgen.

1. **Voorbereiding en Controle**

Controleer vooraf de brandstofvoorraad, de aslade, de waterdruk, persluchtdruk, de hydraulische units van het systeem en de werking van de rookgasafzuiging.

2. **Droge Brandstof**

Gebruik altijd biomassa (zoals pellets, houtsnippers of blokhout) met het juiste vochtpercentage (meestal <20%). Natte brandstof zorgt voor sissend hout, lage temperaturen en extra roet.

3. **Voldoende Zuurstof (Primaire Lucht)**

Start de verbranding met volledig geopende luchtkleppen. Dit zorgt voor een snelle ontbranding zonder rookontwikkeling.

4. **Gelaagde Opbouw (bij handmatige ketels)**

Leg dikke blokken onderaan, leg daarop aanmaakhout en gebruik milieuvriendelijke aanmaakblokjes bovenaan. Dit brandt van boven naar beneden schoner op.

5. **Automatische Dosering (bij automatische ketels)**

De vijzel voert een kleine starthoeveelheid aan, die door een gloeielement of heteluchtblazer automatisch wordt ontstoken.

6. **Inschakelen Secundaire Lucht**

Zodra het vuur goed brandt, regelt de ketel (vaak via een lambdasonde) de toevoer van secundaire lucht om de gassen die uit het hout vrijkomen volledig te verbranden.

10.2 Basisprincipes van het Afstoken

Het doel van het afstoken (of uitfaseren) is om de resterende brandstof volledig te benutten en de ketel gecontroleerd en veilig te laten afkoelen.

7. **Brandstofstop**

Bij automatische systemen stopt de toevoer van biomassa volledig. Dit kan ook zijn indien primaire beveiligingen van het stoomsysteem of de stookinstallatie in actie komen. Bij handmatige systemen stopt u simpelweg met het bijvullen van hout.

8. **Uitbrandfase**

SAMPLE

De ventilator blijft draaien om de resterende brandstof op het rooster volledig tot as te verbranden. Dit voorkomt dat er onverbrande gassen of smeulend materiaal achterblijven.

SAMPLE



Jan Koopmans is sinds jaren actief op het brede terrein van energieopwekking met toepassing van stoom als middelpunt. Hij is achtereenvolgens werkzaam geweest bij leveranciers en fabrikanten van stoomketels bij Standard Fasel, Hagoort en ECO Ketelservice. In de functie van verkoop, engineering en projectmanagement voor ketelhuizen in binnen- en buitenland. Ook als adviseur voor stoomapplicaties bij Krachtwerktuigen, KWA, KW2 en Bureau Veritas. Vanaf 2010 geeft hij training aan ketelhuisoperators voor de opleiding tot Vakbekwaam Persoon Stoominstallatie (VPS) georganiseerd door het Stoomplatform. Sinds 2019 heeft hij een eigen adviesbureau: steamsave.

SteamSave
TRAINING & CONSULTANCY STEAM APPLICATIONS